

# Caractérisation expérimentale du canal de propagation indoor à 2.45 GHz

Guillaume Villemaud, Gallon Xavier, Jean-Marie Gorce

## ► To cite this version:

Guillaume Villemaud, Gallon Xavier, Jean-Marie Gorce. Caractérisation expérimentale du canal de propagation indoor à 2.45 GHz. JNM, May 2007, Toulouse, France. inria-00436603

**HAL Id: inria-00436603**

**<https://hal.inria.fr/inria-00436603>**

Submitted on 27 Nov 2009

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Caractérisation expérimentale du canal de propagation indoor à 2.45 GHz

Guillaume Villemaud, Xavier Gallon, Jean-Marie Gorce

Laboratoire CITI - INSA Lyon, 21 avenue Jean Capelle, 69621 Lyon

guillaume.villemaud@insa-lyon.fr

### Résumé

Cet article présente une méthode pour caractériser le canal de propagation radio indoor à la fréquence de 2.45 GHz basée sur une approche temporelle ne nécessitant pas de synchronisation des parties émettrices et réceptrices. Outre le fait d'avoir une véritable approche temporelle moins répandue que les techniques de transformées classiques, l'originalité est aussi de fonder la chaîne de caractérisation sur le même matériel de test qui doit servir par la suite pour l'optimisation globale de chaînes de transmissions à forte composante radio logicielle. Après avoir introduit la méthode temporelle et son contexte, nous détaillons la structure du banc de test puis présentons quelques exemples de caractéristiques extraites à partir de cette méthode, sous forme de réponses impulsionnelles, de leur évolution temporelle et de l'étalement moyen. L'extension de cette plateforme à la caractérisation de systèmes MIMO 2x2 est également présentée.

### I. Introduction

Dans le cadre d'études sur les systèmes radio complexes basés sur les principes de la radio logicielle, notre laboratoire a fait l'acquisition d'une plateforme de mesure permettant la génération et l'acquisition de tous types de signaux jusqu'à 6 GHz. Ce matériel d'Agilent Technologies permet un interfacement complet avec nos outils de conception et simulation de systèmes (ADS, Ptolemy) [1]. Pour permettre une réutilisation pertinente des caractéristiques du canal de propagation dans nos modèles de simulations, il a été décidé de développer une technique de sondage du canal de propagation à 2.45 GHz basée sur ce même matériel qui sert par la suite à la génération et analyse de trames réelles. L'approche globale de conception basée sur ces outils est détaillée dans [2].

La méthode la plus répandue de sondage de canal est fondée sur l'utilisation d'un analyseur de réseau balayant les fréquences de la bande à analyser puis effectuant une transformée inverse discrète de Fourier. Ce protocole, facile à mettre en œuvre a cependant quelques inconvénients : le même élément sert de source et de récepteur donc de longs câbles et souvent des amplificateurs sont nécessaires pour étudier la propagation dans de grands environnements, et de plus ces mesures par balayage en fréquence ne peuvent rendre compte de l'évolution temporelle du canal avec une résolution fine, n'étant intrinsèquement pas temps réel.

Pour permettre une restitution fidèle des trajets multiples subis par l'onde au cours de sa propagation en milieu indoor et se comparer aux modèles existants [3], nous nous sommes donc plutôt orientés vers une méthode temporelle présentée dans cet article. Nous présentons dans un premier temps le matériel utilisé pour le test de chaînes de transmissions et son adaptation à la caractérisation du canal indoor, puis exposons quelques résultats significatifs obtenus par cette méthode temporelle dans le cadre de signaux à 2.45 GHz.

### II. Le banc de mesure et le protocole mis en place

Le banc de mesure est constitué :

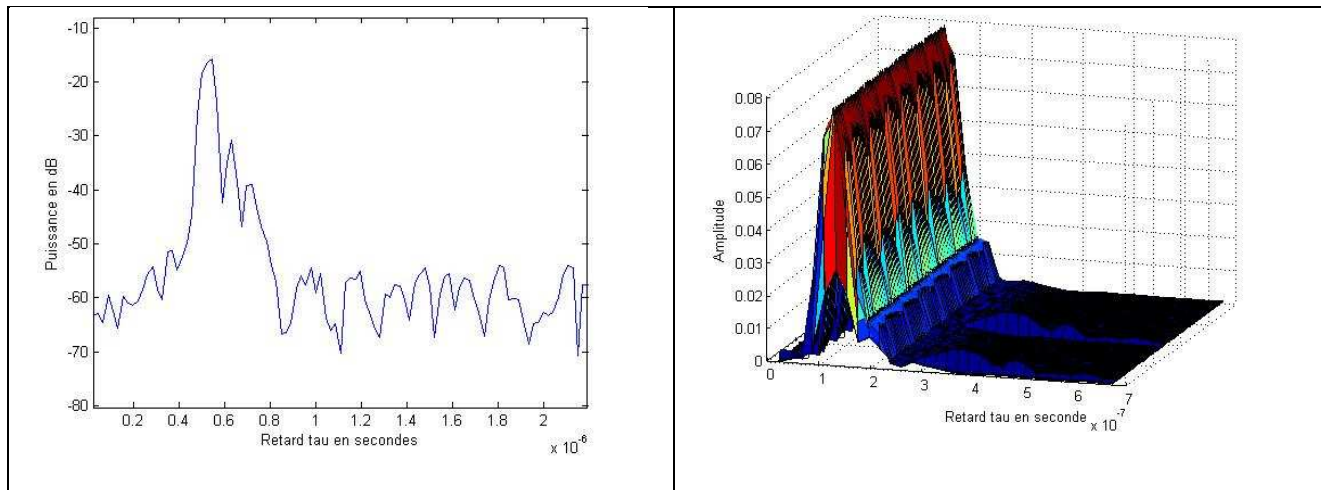
- d'un générateur de signaux Agilent ESG4438C 250 kHz – 6 GHz et d'une antenne omnidirectionnelle 2.4 – 2.5 GHz (10 dBi de gain);
- d'un récepteur Agilent 89641 0 – 6 GHz de 36 MHz de largeur de bande d'analyse combiné au logiciel d'analyse VSA d'Agilent et d'une antenne omnidirectionnelle 2.4 – 2.5 GHz (4 dBi de gain);
- d'un lasermètre LEICA DISTO A5 capable de mesurer des distances comprises entre 5cm et 200m avec une précision de 2mm, utilisé pour le relevé de position.

Le récepteur 89641 n'est qu'une plate-forme physique qui permet de réceptionner le signal, le ramener en bande de base et l'échantillonner. Il est combiné au logiciel VSA qui permet quant à lui de traiter les données, de les afficher et de les enregistrer. La durée maximale possible d'un enregistrement dépend de la largeur de bande d'analyse choisie. Pour une largeur de bande de 36 MHz, elle est de 8.4 secondes. Une largeur d'analyse de 36 MHz pour le récepteur implique une fréquence d'échantillonnage 1.28 fois supérieure soit 46 MHz environ. Même si le matériel du banc de mesure rend la mesure de réponse impulsionnelle possible, il n'a pas été développé dans cette optique et possède des limites contraignantes pour notre étude. Etant limités à 20 dBm au niveau de la source, nous avons opté pour l'émission de séquences codées (PN9) afin de ressortir la réponse du canal mesuré par corrélation, ceci permettant une meilleure robustesse de la mesure face au bruit.

Ensuite, la plus petite bande d'analyse du banc est celle du récepteur 89641 : 36 MHz. Il fixe donc la bande d'analyse maximale du banc et impose une séquence échantillonnée à 36 MHz à l'émission. Ceci a pour impact direct que la résolution temporelle maximale du système est de 55.6 ns autrement dit, il est impossible de séparer des échos séparés de moins de 55.6ns.

### III. Résultats de réponse du canal

Les seules valeurs qui nous intéressent sont celles qui représentent les différents chemins suivis par le signal. Sur la figure 1, un seuil 35 dB sous le maximum permet de conserver uniquement ces valeurs. En prenant comme référence temporelle le premier signal arrivé et comme référence de puissance la plus grande puissance détectée, on peut extraire de la réponse impulsionnelle mesurée (Power Delay Profile représenté sur le figure 1) les principaux trajets et leurs niveaux relatifs ainsi que les caractéristiques principales, résultats résumés dans le tableau 1.



**Figure 1 – Exemple de réponse impulsionnelle du canal et son évolution au cours du temps**

Réponse impulsionnelle mesurée (cas NLOS)		Caractéristiques de la réponse impulsionnelle mesurée	
Retard relatif (ns)	Puissance relative en dB	Retard relatif total	174 ns
0	0	Retard moyen	71 ns
86.9	-15.05	Etalement RMS du retard	127 ns
174	-23.19	Bande de cohérence du canal	157 kHz

**Tableau 1 – Exemple de réponse impulsionnelle mesurée et paramètres caractéristiques extraits**

La capacité de ressortir non seulement la réponse du canal mais également l'évolution de cette réponse au cours du temps permet d'accéder à toutes les fonctions de Bello représentatives de celui-ci. Une fois ces caractéristiques déterminées, nous pouvons les réutiliser pour affiner les modèles de canaux utilisés en simulation. La résolution de 55.6 ns peut sembler faible comparée à d'autres méthodes, mais ici l'approche est bien de donner une caractérisation du canal compatible avec les capacités des systèmes développés, ce qui est alors largement le cas pour des standards de type WLAN utilisés dans cette bande et base de notre étude.

#### IV. Conclusion

Dans le cadre d'un développement d'un récepteur à radio logicielle, nous avons développé une caractérisation du canal de propagation indoor à 2.45 GHz réutilisant le même matériel que le banc de test global. Cette méthode temporelle permet une analyse complète des caractéristiques du canal et un cycle conception-simulation-validation raccourci. De plus, pour analyser le comportement de systèmes multi-antennes la plateforme de mesure a été étendue à 2x2 voies, les paramètres de canaux de systèmes SIMO, MISO ou MIMO peuvent donc être extraits, avec prise en compte des effets de couplages d'antennes.

[1] [http://eesof.tm.agilent.com/products/ads\\_main.html](http://eesof.tm.agilent.com/products/ads_main.html)

[2] P.F. Morlat, H. Parvery, G. Villemaud, J. Verdier, J.M. Gorce, «*Global System Evaluation Scheme for Multiple Antennas Adaptive Receivers* », European Conference on Wireless Technology, Manchester, sept. 06.

[3] Channel Models for HIPERLAN/2 in different indoor Scenarios. *ETSI EP BRAN 3ER1085B*, March 1998.